

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nl gungsschri
10 DE 43 29 819 A 1

21 Aktenzeichen: P 43 29 819.2
22 Anmeldetag: 3. 9. 93
43 Offenlegungstag: 2. 2. 95

51 Int. Cl.⁶:
H 01 M 8/10
H 01 M 6/18
H 01 M 4/36
H 01 M 4/60
H 01 M 6/42
// C08J 5/22

DE 43 29 819 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31
28.07.93 DE 43 25 353.9

71 Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

74 Vertreter:
Pfenning, J., Dipl.-Ing., 10707 Berlin; Meinig, K.,
Dipl.-Phys., 80336 München; Butenschön, A.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte; Bergmann, J.,
Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 10707 Berlin; Nöth, H.,
Dipl.-Phys., 80336 München; Hengelhaupt, J.,
Dipl.-Ing., 01097 Dresden; Kraus, H., Dipl.-Phys.,
Reitzle, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,
80336 München

72 Erfinder:
Ledjeff, Konstantin, Dr., 79189 Bad Krozingen, DE;
Nolte, Roland, Dr., 79211 Denzlingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Streifenmembran

57 Die Erfindung betrifft eine elektrochemische Zelle mit
mindestens einer einen Kernbereich bildenden Streifen-
membran, die aus mindestens zwei, höchstens 1000 flächli-
gen Einzelzellen, jeweils aus einem beidseitig auf einer
Membran aus einem polymeren Festelektrolyten aufge-
brachte Elektroden-schicht und aus einer entsprechenden
Anzahl flächiger elektronisch leitender Bezirke besteht,
wobei die Einzelzellen in Reihe geschaltet sind und daß der
Kernbereich mit einer geeigneten Peripherie in der Zelle
angeordnet ist.

DE 43 29 819 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft den Aufbau einer elektrochemischen Zelle mit einem Kernbereich, bestehend aus mehreren Einzelzellen, die in Form einer Streifenmembran ausgebildet sind.

5 Elektrochemische Zellen z. B. mit polymeren Festelektrolyten bestehen vereinfachend aus zwei Elektroden, an denen die elektrochemischen Reaktionen ablaufen, sowie einem dazwischenliegenden Elektrolyten, der die Aufgabe des Ionentransports zwischen den Elektroden erfüllt und der aus einem ionenleitenden Polymer besteht.

10 Laufen an beiden Elektroden freiwillig elektrochemische Reaktionen ab (Oxidation an der Anode, Reduktion an der Kathode), so liefert die elektrochemische Zelle eine Spannung. Eine einzelne Zelle liefert nur eine relativ kleine Spannung im Bereich einiger Millivolt bis hin zu einigen Volt. Für viele praktische Anwendungen, wie beispielsweise für die Anwendung von Batterie-Brennstoffzellen im Traktionsbereich werden allerdings wesentlich höhere Spannungen benötigt.

15 Bisher werden deshalb eine Vielzahl solcher Zellen separat aufgebaut, hintereinander angeordnet und elektrisch in Reihe verschaltet, so daß sich die Spannungen der Einzelzellen addieren. Diese Art der Reihenschaltung ermöglicht zwar die Realisierung höherer Spannungen, ist jedoch mit erheblichen Nachteilen verbunden. So ist der konstruktionstechnische Aufwand einer derartigen Reihenschaltung sehr hoch. Man benötigt so z. B. für eine Wasserstoff-/Sauerstoff-Brennstoffzellenstack im allgemeinen für jede Einzelzelle eine bipolare Platte, einen Wasserstoff-Gasverteiler, eine mit Katalysator beschichtete Ionenaustauschermembran, einen Sauerstoff-Gasverteiler, Dichtungsringe zum Abdichten dieser Komponenten sowie die Stromverteilerstrukturen. Dies sind insgesamt 10 Komponenten je Einzelzelle. Soll nun beispielsweise eine Stackausgangsspannung von 70 V realisiert werden, so sind bei einer Einzelzellenspannung von 0,7 V immerhin 100 Einzelzellen nötig, d. h. 1000 Komponenten müssen zusammengefügt werden, wobei 400 Dichtungsringe fixiert werden müssen.

20 Weiter nachteilig ist aufgrund der Reihenschaltung, daß bei Ausfall einer einzigen Zelle im Brennstoffzellenstack der gesamte Stack zusammenbricht. Eine redundante Bauweise für obiges Beispiel, d. h. die Parallelschaltung mehrerer 70 V Stacks würde jedoch den Konstruktionsaufwand in nicht mehr tragbare Bereiche treiben.

Ausgehend hiervon ist es daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektrochemische Zelle vorzuschlagen, die gegenüber dem Stand der Technik einen einfacheren und kostengünstigeren Aufbau besitzt und eine sichere Betriebsweise erlaubt.

30 Die Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Die Unteransprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen an.

Die Erfindung schlägt nun erstmals vor, daß der Kernbereich einer elektrochemischen Zelle durch sog. Streifenmembrane gebildet wird.

35 Unter dem Kernbereich der elektrochemischen Zelle wird die Einheit verstanden, an der die elektrochemischen Reaktionen ablaufen. Erfindungsgemäß besteht dabei der Kernbereich aus mindestens einer flächigen Streifenmembran, die mindestens 2, höchstens 10 000 in Reihe verschaltete Einzelzellen aufweist.

Die Verschaltung der Einzelzellen kann dabei entweder über elektronisch leitfähige Bezirke (Anspruch 2) oder durch eine treppenförmige Anordnung (Anspruch 3) der Einzelzellen erfolgen.

40 Die bevorzugte Ausführungsform nach Anspruch 2 schlägt vor, die Verschaltung über flächige elektronisch leitfähige Bezirke vorzunehmen.

Die Streifenmembran selbst besteht in diesem Fall aus flächig nebeneinander angeordneten Bezirken, die unterschiedliche Leitfähigkeiten aufweisen.

45 Ein Bezirk wird dabei durch die Einzelzelle selbst gebildet. Die Einzelzelle besteht dabei, um die Ionenleitfähigkeit zu gewährleisten, aus einem ionenleitfähigen Material. Dazu werden polymere Festelektrolyten in Form von Membranen eingesetzt. Da entweder Kationen oder Anionen transportiert werden müssen, muß die Membrane entweder für Kationen oder für Anionen permeabel sein. Die Ionenleitfähigkeit ist dabei in wäßriger Umgebung für kationenleitende Polymere im allgemeinen dann gegeben, wenn im Polymer fest verankerte, d. h. im allgemeinen durch chemische Bindung verankerte Carbonsäuregruppen und/oder Sulfonsäuregruppen und/oder Phosphonsäuregruppen vorhanden sind. Für anionenleitende Polymer ist die Ionenleitfähigkeit insbesondere dann gegeben, wenn das Polymer Aminogruppen, quartäre Ammoniumgruppen oder Pyridiniumgruppen enthält. Die Fähigkeit der Ionenleitfähigkeit wird bei den bisher beschriebenen Möglichkeiten dadurch erzeugt, daß in der Membran fest verankerte Ionen existieren oder bei Quellung in Wasser erzeugt werden.

50 Beispiele für kationenleitende Polymere dieses Typs sind sulfonierte Polysulfone, Polyethersulfone oder auch Polyetherketone.

55 Auch in nicht-wäßriger Umgebung können Polymere eine Ionenleitfähigkeit aufweisen. Hierzu müssen die Polymere Gruppen enthalten, die anorganische Salze lösen können. Diese Fähigkeit weisen beispielsweise Polymere wie Poly(ethylenoxid) auf, die aufgrund des Vorhandenseins von solvatisierenden Ethylenoxideinheiten anorganische Salze, wie z. B. Lithiumperchlorat lösen können und dementsprechend eine Leitfähigkeit für Lithiumionen aufweisen.

60 Die Dicke der Membran kann dabei im Bereich zwischen 0,5 µm und 1 mm, bevorzugt im Bereich von 10 µm bis 200 µm liegen. Die Flächen der Membran für die Einzelzelle richten sich dabei nach der geforderten Leistung des Stacks. Die Flächen können im Bereich von 1 mm² bis 1 000 000 mm² liegen, bevorzugt im Bereich von 100 bis 10 000 mm².

65 Um die Funktion als Einzelzelle zu ermöglichen, sind nun die vorstehend beschriebenen Membranen beidseitig mit Elektrodenmaterial beschichtet. Da an den Elektroden die elektrochemischen Umsetzungen der Zelle erfolgen, können die Elektroden entweder selbst aus dem Material bestehen, das elektrochemisch umgesetzt wird, oder aus Material, welches die elektrochemische Umsetzung katalysiert. Das Material muß elektronisch leitfähig sein und besteht insbesondere aus Metallen, Metalloxiden, Mischoxiden, Legierungen, Kohlenstoff,

elektronisch leitfähigen Polymeren oder Mischungen hieraus.

Die Materialien können Zusatzstoffe enthalten, die der Einstellung von Hydrophilie, Hydrophobie dienen. Damit können die Elektroden-schichten beispielsweise mit wasserabweisenden Eigenschaften ausgestattet werden. Weiter sind Zusatzstoffe möglich, die die Einstellung einer gewissen Porosität erlauben. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn gasförmige Stoffe katalytisch an den Elektroden umgesetzt werden, w bei ein Dreiphasenkontakt zwischen Gas, Katalysator und ionenleitfähigem Bezirk erforderlich ist. Weiter können sog. Binder zugemischt werden, die die stabile und funktionsfähige Anbindung der Elektrode an den ionenleitenden Bezirk erleichtert.

Diese so aufgebaute Einzelzelle wird nun mit Hilfe von flächigen elektronisch leitfähigen Bezirken mit anderen Einzelzellen elektrisch in Reihe geschaltet.

Die elektronenleitenden Bezirke haben die Aufgabe, eine elektronische Leitfähigkeit zwischen jeweils einer Elektrodenfläche einer Einzelzelle und der auf der anderen Seite der Membran angeordneten Elektrodenfläche der nächsten Einzelzelle herzustellen.

Für die elektronisch leitfähigen Bezirke werden Materialien verwendet, die anstelle der Ionenleitfähigkeit der Einzelzelle nun eine Elektronenleitfähigkeit aufweisen. Die Funktion der Streifenmembran ist dabei unabhängig von bestimmten Polymermaterialien für die elektronenleitenden Bezirke, solange die Fähigkeit der Materialien zur Elektronenleitfähigkeit gegeben ist. Die Elektronenleitfähigkeit bei polymeren Materialien kann erreicht werden, indem Polymere eingesetzt werden, die von ihrem molekularen Aufbau her befähigt sind, Elektronenleitfähigkeit zu erreichen, wie dies z. B. bei Polyacetylen oder Polythiophenen der Fall ist.

Die Elektronenleitfähigkeit kann auch erzeugt werden, indem ein gewisser Anteil leitfähiger Substanzen zu einem nichtleitenden Polymer zugemischt wird. Bei den leitfähigen Substanzen handelt es sich insbesondere um Leitfähigkeitsruß, Graphit, Kohlenstoff-Fasern, Partikel oder Fasern von elektronisch selbst leitfähigen Polymeren, Metallteilchen, -flocken oder -fasern oder metallisierte Trägermaterialien.

Die Polymere können Zusatzstoffe zur Veränderung des Quellverhaltens in Wasser enthalten. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn die Membran in wäßrige Umgebung eingesetzt wird. Hier quellen mit geladenen Gruppen versehene, ionisch leitfähige Bezirke der Membran, was sich in einer Änderung der geometrischen Maße bemerkbar macht. Andere Bezirke, die nicht mit geladenen chemischen Gruppen versehen sind, quellen dagegen kaum, so daß sich mechanische Spannungen an den Grenzflächen beider Schichten ergeben. Um dies zu vermeiden, kann den nicht mit geladenen Gruppen versehenen Bezirken ein Zusatzstoff beigemischt werden, der das Quellungsverhalten beider anpaßt.

Erfindungswesentlich ist nun, daß die vorstehend beschriebenen Einzelzellen über die elektronisch leitfähigen Bezirke in Reihe geschaltet werden. Dazu wird entweder die untere Elektrodenfläche einer Membran einer Einzelzelle über die elektronisch leitfähigen Bezirke mit der folgenden Einzelzelle, und zwar hier mit der oberen Elektrodenfläche verbunden. Umgekehrt ist es natürlich genauso möglich, daß die obere Elektrodenfläche einer ersten Einzelzelle über den elektronisch leitfähigen Bezirk mit der unteren Elektrodenfläche der nächsten Einzelzelle verbunden wird.

Bei einem derartigen Aufbau grenzen die elektrodenbeschichteten ionisch leitfähigen Bezirke (die einer Einzelzelle entsprechen) direkt an die elektronisch leitfähigen Bezirke. Um zu vermeiden, daß an dieser Grenze die beschichtete Ober- und Unterseite des ionisch leitfähigen Bezirks durch die elektronisch leitfähigen Bezirke kurzgeschlossen werden, was den Ausfall der Einzelzelle bedeutet, dürfen die Elektrodenbeschichtungen nicht bis an den Rand des ionisch leitfähigen Materials aufgebracht sein. Es darf jeweils nur die obere oder die untere Elektrodenbeschichtung einer Einzelzelle mit dem benachbarten elektrisch leitfähigen Bezirk elektrisch leitfähig verbunden sein. Dies wird erreicht, in dem auf der einen Seite des ionenleitenden Bezirks der Bereich zwischen Elektrodenbeschichtung und elektronisch leitfähigem Bezirk mit elektronisch leitfähigen Strukturen beschichtet wird, so daß eine wie oben beschrieben definierte elektrische Verschaltung der einzelnen Membranbezirke möglich wird. Das hierzu verwendete Material besteht entweder aus den unter Materialien für die elektronisch leitfähigen Bezirke oder aus dem unter den Materialien für die Elektrodenbeschichtung der Membran beschriebenen Materialien.

Dadurch wird nun eine In-Reihe-Schaltung der einzelnen Einzelzellen über die elektronisch leitfähigen Bezirke erreicht. Die Abmessungen des elektronisch leitfähigen Bezirks entsprechen dabei in Dicke und Breite in etwa denen der Einzelzelle, so daß insgesamt eine flächige Streifenmembran entsteht, die aus periodisch wiederholten Bezirken, nämlich einerseits aus der Einzelzelle und andererseits aus den elektronisch leitfähigen Bezirken besteht.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird nun vorgeschlagen, daß zwischen den Einzelzellen und den elektronisch leitfähigen Bezirken Isolationsbezirke angeordnet sind. Die Abmessungen (Dicke, Breite) entsprechen dabei in etwa denen der Einzelzelle bzw. des leitenden Bezirks.

Diese Bezirke dienen zur elektrischen Isolation zwischen den unterschiedlich leitfähigen Bezirken. Sie bestehen deshalb aus sowohl ionisch als auch elektronisch nicht leitfähigem Polymermaterial. Die Funktion der Streifenmembran ist dabei unabhängig von bestimmten Polymermaterialien für die nichtleitenden Bezirke, solange die Materialien weder ionen- noch elektronenleitend sind. Es kommen deshalb solche Polymermaterialien zum Einsatz, die weder unter die Kategorie "Materialien für die ionenleitfähigen Bezirke der Membraneinheiten" noch unter die Kategorie "Materialien für die elektronisch leitfähigen Bezirke" fallen.

Beim Aufbau der Membran mit Isolationsbezirken können im Gegensatz zum Aufbau ohne Isolationsbezirke die Elektrodenbeschichtungen die gleiche Fläche besitzen wie die ionenleitenden Membranen.

Zur In-Reihe-Schaltung bei dieser Ausgestaltung der Erfindung muß dann gewährleistet sein, daß eine Verbindung über die elektronisch leitfähigen Bezirke mit der unteren bzw. oberen Elektrodenfläche der Einzelzellen gewährleistet ist. Dies wird dadurch ermöglicht, daß die Streifenmembran in bestimmten Bereichen, und zwar auf der oberen bzw. unteren Membranfläche des Isolationsbezirks mit elektronisch leitfähigen Strukturen

beschichtet wird, so daß eine definierte elektrische Verschaltung der einzelnen Membranbezirke möglich wird, und zwar in der Weise, daß jeweils eine Elektrodenfläche einer Einzelzelle mit der auf der anderen Seite der Membran angeordneten Elektrodenfläche der nächsten Einzelzelle verbunden ist. Das hierzu verwendete Material besteht entweder aus den unter Materialien für die elektronisch leitfähigen Bezirke oder aus dem unter den Materialien für die Elektrodenbeschichtung der Membran beschriebenen Materialien.

Eine Streifenmembran, die nach der bevorzugten Ausführungsform noch zusätzlich Isolationsbezirke aufweist, ist demnach aus sich periodisch wiederholenden Bezirken der Einzelzelle, dem Isolationsbezirk und dem elektronisch leitenden Bezirk aufgebaut. Die Streifenmembran besteht bevorzugt aus 2 bis 10 000 Einzelzellen.

Bei der Ausführungsform nach Anspruch 3 wird die In-Reihe-Schaltung durch eine treppenförmige Anordnung erreicht, und zwar in der Art, daß die eine Elektrodenfläche einer Einzelzelle gleichzeitig die Aufgabe des elektronisch leitfähigen Bezirks übernimmt. Ein separater elektronisch leitfähiger Bereich entfällt in diesem Fall ebenso wie Isolationsbezirke. Um eine In-Reihe-Schaltung zweier Einzelzellen in diesem Fall zu gewährleisten, überlappen die Zellen derart, daß der Randbereich einer Elektrodenfläche der ersten Einzelzelle direkt mit dem Randbereich der Elektrodenfläche auf der anderen Membranseite der nächsten Einzelzelle elektrisch leitend verbunden ist. Es entsteht in diesem Fall eine Streifenmembran, bei der die einzelnen Einzelzellen treppenförmig überlappend aneinandergereiht sind. Der Aufbau der Einzelzelle entspricht der vorstehend beschriebenen Art.

Erfindungsgemäß wird weiter vorgeschlagen, daß die elektrochemische Zelle eine wie vorstehend beschriebene Streifenmembran als Kernbereich aufweist.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, den Kernbereich nun auf verschiedene Weise aufzubauen.

Nach einer ersten Variante ist es nun möglich, eine wie vorstehend beschriebene Streifenmembran einzusetzen. Diese Streifenmembran kann z. B. 2 bis 10 000 hintereinander geschaltete Einzelzellen, in der vorstehend beschriebenen Weise, enthalten. Diese "eindimensionale Streifenmembran" kann noch an allen 4 Seiten Randstreifen aus elektronisch nicht leitfähigem Material besitzen.

Eine Variante (Anspruch 5) sieht nun vor, daß mehrere (bis zu 50) eindimensionale Streifenmembranen nebeneinander angeordnet werden, wobei diese nebeneinander angeordneten eindimensionalen Streifenmembranen in Reihe geschaltet werden. Dadurch entstehen sogenannte "zweidimensionale Streifenmembranen". Die einzelnen nebeneinander angeordneten eindimensionalen Streifenmembranen können durch Trennbezirke aus elektronisch nicht leitfähigem Material miteinander verbunden werden.

Eine zweite Ausführungsform (Anspruch 6) sieht nun vor, daß 2 oder mehrere (bis zu 50) eindimensionale Streifenmembranen nebeneinander angeordnet werden, wobei diese nebeneinander angeordnete eindimensionale Streifenmembranen parallel geschaltet werden. Dadurch entstehen sog. "zweidimensionale Streifenmembranen". Die einzelnen, nebeneinander angeordneten eindimensionalen Streifenmembranen können durch Trennbezirke aus elektronisch nicht leitfähigem Material miteinander verbunden werden. Damit können unterschiedliche Spannungen und Redundanzen erzeugt werden.

Erfindungsgemäß bildet nun entweder eine eindimensionale Streifenmembran oder eine zweidimensionale Streifenmembran mit einer entsprechenden Peripherie den Kernbereich der elektrochemischen Zelle.

Grundsätzlich ist die erfindungsgemäße Streifenmembran in allen elektrochemischen Zellen anwendbar. Ein Überblick hierüber ist aus dem "Handbook of Batteries and Fuel Cells, David Linden (Editor in Chief), McGraw-Hill Book Company, 1984" zu entnehmen. Im folgenden (Tabelle) sind einige bevorzugte elektrochemische Zellen, charakterisiert durch ihre Elektrodenauswahl, aufgeführt. Besonders geeignet ist die erfindungsgemäße Streifenmembran für Brennstoffzellen.

Im folgenden sind in Form einer Tabelle die bevorzugten Zelltypen aufgeführt:

Die mit Elektrodenmaterial 1 bezeichnete Gruppe beschreibt das Material, mit dem die ionenleitenden Bezirke der Streifenmembran auf der einen Seite beschichtet sind. Wenn das Elektrodenmaterial nicht selbst die elektrochemisch aktive Komponente darstellt, ist letztere in Klammern [] zusätzlich angegeben.

Die mit Elektrodenmaterial 2 bezeichnete Gruppe beschreibt das Material, mit dem die ionenleitenden Bezirke der Streifenmembran auf der anderen Seite beschichtet sind. Wenn das Elektrodenmaterial nicht selbst die elektrochemisch aktive Komponente darstellt, ist letztere in Klammern [] zusätzlich angegeben.

Der Elektrolyt beschreibt das Material, aus dem der ionenleitende Bezirk der Streifenmembran besteht.

Tabelle

<u>Elektro-</u> <u>denma-</u> <u>terial 1</u>	<u>Elektroden-</u> <u>material 2</u>	<u>Elektrolyt</u>	5
Poly- acety- len (PA)	Polythiophen(PTh) Polyanilin(PAn) Polypyrrol(PPy)	Li ⁺ -leitendes Polymer und Leitsalz (z.B. LiClO ₄)	10
Li	Polythiophen(PTh) Polyanilin(PAn) Polypyrrol(PPy) Polyacetylen(PA)	Li ⁺ -leitendes Polymer und Leitsalz (z.B. LiClO ₄)	15 20
	Bi ₂ O ₃ , Bi ₂ Pb ₂ O ₅ (CF) _n (Interkala- tionsverbindung zwischen Kohlenstoff und Fluor) CuCl ₂ , CuF ₂ , CuO, CuS, FeS, FeS ₂ , MnO ₂ , MoO ₃ Ni ₃ S ₂ , AgCl, Ag ₂ CrO ₄ , V ₂ O ₅	Li ⁺ -leitendes Polymer und Leitsalz	25 30 35
	Metall, Kohlen- stoff, Graphit-[O ₂] leitfähige Struktur (z.B. Metall oder Koh- lenstoff)-[SO ₂ , SOCl ₂ , SO ₂ Cl ₂]	Li ⁺ -leitendes Polymer und Leitsalz	40 45 50 55 60 65

5	Zn	Graphit, Kohlenstoff, Metalle-[O ₂], Metall, Graphit, Kohlenstoff-[Cl ₂ , Br ₂]	ionenleitendes Polymer
10	Zn	AgO, MnO ₂ , HgO, NiOOH	ionenleitendes Polymer
15	Mg	MnO ₂	ionenleitendes Polymer
20	Al	MnO ₂ Graphit, Kohlenstoff, Metalle-[O ₂]	ionenleitendes Polymer
25			
30	Cd	HgO AgO NiOOH	ionenleitendes Polymer
35	Fe	NiOOH Graphit, Kohlen- stoff, Metalle- [O ₂], AgO	ionenleitendes Polymer
40			
45	Pb	PbO ₂	ionenleitendes Polymer
50	Edel- metall,	NiOOH AgO	ionenleitendes Polymer
55	Graphit, Kohlen- stoff	Metall, Graphit, Kohlenstoff- [Cl ₂ , Br ₂] [H ₂]	

60 Erfindungsgemäß muß der Kernbereich jeweils mit einer geeigneten Peripherie in den vorstehend beschriebenen Zellen angeordnet sein.

63 Für den Fall eines Brennstoffzellenstack muß dabei der Kernbereich so in einem Gehäuse angeordnet sein, daß zwei gegeneinander gasdicht verschlossene Räume in dem Gehäuse entstehen. Das Gehäuse muß dann noch entsprechende Zuführungen für ein erstes Gas, z. B. Wasserstoff auf der einen Seite in den ersten Raum des Gehäuses und Zuführungen für ein zweites Gas, z. B. Sauerstoff in den zweiten Raum auf die andere Seite des Kerns reichs aufweisen.

Mit diesem Anordnungsprinzip gelingt es nun, den aufwendigen dreidimensionalen Aufbau herkömmlicher

Reihenschaltungen in eine quasi zweidimensionale Membran (Streifenmembran) zu integrieren, für die nur noch eine Peripherie nötig ist. Werden also, wie im Eingangsbeispiel, ein 70 V Stack benötigt, so sind hierzu 100 Einzelzellen in eine Membran integriert, so daß nunmehr nur noch 2 Endplatten, 2 Gasverteillerringe und 4 Dichtungen nötig sind, um einen funktionsfähigen Brennstoffzellenstack zu realisieren. Im Gegensatz dazu sind bei den Brennstoffzellenstacks des Standes der Technik 100 bipolare Platten, 200 Gasverteillerringe und 400 Dichtungen nötig. Die Erfindung ermöglicht somit einen entscheidend kostengünstigeren und einfacheren Aufbau eines Brennstoffzellenstacks.

Wird nun beispielsweise auf der einen Membranseite Wasserstoff und auf der anderen Membranseite Sauerstoff angeboten und bestehen die Elektroden beispielsweise aus einer porösen Platinschicht, so arbeitet jede Streifenmembran als Wasserstoff/Sauerstoff/Brennstoffzelle. Durch die Reihenschaltung der Einzelzellen addieren sich nun die Einzelspannungen jeder Streifenmembran, so daß mit einer einzigen Membranfläche eine Brennstoffzelle mit hoher Ausgangsspannung realisiert werden kann. Sind beispielsweise die Streifenmembranen wie vorstehend beschrieben elektrisch parallel verschaltet und arbeitet die Membran im Wasserstoff/Sauerstoff/Brennstoffzellenbetrieb, so wirkt sich nun ein Ausfall einer Streifenmembran auf die Gesamtspannung fast nicht aus, da nur die Streifenmembran keine Spannung mehr liefert, in der sich die defekte Membraneinheit befindet. Durch die Parallelschaltung der Gruppen kann die Gesamtspannung durch die anderen Gruppen weiterhin erzeugt werden. Im Gegensatz dazu bricht bei einer einfachen Reihenschaltung von elektrochemischen Zellen beim Defekt einer einzigen Zelle die Gesamtspannung zusammen, da der Stromkreis unterbrochen ist.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung des Herstellungsverfahrens der Streifenmembran, sowie anhand der Fig. 1 bis 6, die die Erfindung anhand des Beispiels "Brennstoffzellenstack" näherer läutert.

Fig. 1 zeigt dabei den Aufbau eines herkömmlichen Brennstoffzellenstacks.

Fig. 2a zeigt in der Aufsicht die sich periodisch wiederholenden Bezirke einer Streifenmembran in der bevorzugten Ausführungsform mit einem Isolationsbezirk.

Fig. 2b zeigt den Querschnitt einer Membraneinheit nach Fig. 2a.

Fig. 3 zeigt die elektrische Verschaltung der Streifenmembran.

Fig. 4 zeigt den Aufbau und die elektrische Verschaltung einer Streifenmembran in der Ausführungsform, in der die Elektrodenfläche gleichzeitig die Aufgabe der elektronisch leitfähigen Bezirke übernimmt.

Fig. 5 zeigt schematisch eine eindimensionale Streifenmembran.

Fig. 6 zeigt eine zweidimensionale Streifenmembran.

Fig. 1 macht deutlich, daß der konstruktive Aufwand eines Brennstoffzellenstacks des Standes der Technik sehr hoch ist. Wie Fig. 1 verdeutlicht, benötigt jede Einzelzelle eines Wasserstoff-/Sauerstoff-Brennstoffzellenstacks im allgemeinen eine bipolare Platte A, einen Wasserstoffgasverteillerring B, eine mit Katalysator beschichtete Ionenaustauschermembran C, einen Sauerstoffgasverteillerring D, Dichtungsringe E zum Abdichten dieser Komponenten, sowie die Stromverteilerstrukturen F.

Dies sind insgesamt 10 Komponenten je Einzelzelle. Soll beispielsweise eine Stackausgangsspannung von 70 V realisiert werden, so werden bei einer Einzelzellenspannung von 0,7 V immerhin 100 Einzelzellen benötigt, d. h. 1000 Komponenten müssen zusammengefügt werden und 400 Dichtringe fixiert werden.

Fig. 2a zeigt nun die hintereinander angeordneten Bezirke einer Streifenmembran mit Isolationsbezirken 2, 4. Der erste Bezirk 1 ist dabei rein ionisch leitfähig und zeigt die Membranfläche der Einzelzelle. Der zweite Bezirk 2 ist sowohl ionisch als auch elektronisch nicht leitend und stellt den Isolationsbezirk dar. Der dritte Bezirk 3 ist rein elektronisch leitfähig und der vierte Bezirk 4 ist wiederum sowohl ionisch als auch elektronisch nicht leitend und stellt wiederum einen Isolationsbezirk dar. Diese Einheiten wiederholen sich nun periodisch in einer Streifenmembran. Die in Fig. 2a wiedergegebene Reihenfolge der Bezirke 1 bis 4 wird in den Abb. 4 und 5 durch das Rechteck 7 symbolisiert. Die Einheiten 1—4 bilden eine Membraneinheit und stellen die Grundeinheit der fertigen Streifenmembran dar (zur besseren Übersicht ohne Verschaltung abgebildet).

Fig. 2b zeigt einen Querschnitt durch eine derartige Membran. Die Streifenmembran besitzt dabei eine Dicke, die im Bereich zwischen 0,5 µm und 1 mm, bevorzugt im Bereich von 10 µm bis 200 µm variiert. Alle Flächen, aus denen die Streifenmembran aufgebaut ist, haben demzufolge ebenfalls Dicken in dieser Größenordnung. Die Flächen der jeweiligen Bezirke richten sich dabei nach den Anforderungen, d. h. nach der Leistung, die an die Streifenmembran gestellt werden. Die Flächen jeden einzelnen Bezirkes können dabei 1 mm² bis 1 000 000 mm² betragen.

Fig. 3 zeigt nun die In-Reihe-Verschaltung einer Streifenmembran, wie sie in Fig. 2 beschrieben wird. Erfindungswesentlich dabei ist, daß die untere Elektrodenfläche 10 einer ersten Einzelzelle 6 über den elektronisch leitfähigen Bezirk 3 mit der oberen Elektrodenfläche (10) einer zweiten Einzelzelle 12 in Reihe verschaltet ist. Da in der Ausführungsform nach Fig. 3 Isolationsbezirke 2, 4 vorgesehen sind, muß die In-Reihe-Schaltung durch eine zusätzliche Beschichtung 11 erfolgen. Die periodische Abfolge derartiger in Fig. 3 im Querschnitt abgebildeter Einheiten bildet dann eine Streifenmembran.

Das Herstellen der Streifenmembran 5 kann dabei aus separaten, fertigen Einzelflächen erfolgen. In diesem Fall werden sämtliche Einzelflächen, die zum Aufbau der Streifenmembran benötigt werden (d. h. die Einzelbezirke des jeweils verwendeten Typs der Membran evtl. Trennbezirke und Randstreifen) vor der Herstellung der eigentlichen Membran in der benötigten Größe separat hergestellt und nachträglich zur gesamten Streifenmembran 5 verbunden. Verwendet werden Folien der entsprechenden Materialien (Polymerfolien, Fäden modifizierter Polymere, etc.) aus denen Stücke der benötigten Geometrie herausgeschnitten werden. Die ionisch leitfähigen Bezirke 1 der Membran können bereits fertig mit Elektrodenmaterial 10 beschichtet sein, oder die Beschichtung mit Elektrodenmaterial 10 erfolgt nach dem Verbinden der Einzelstücke. Die Stücke werden in der Geometrie des herzustellenden Streifen-Membrantyps angeordnet und miteinander dauerhaft und gasdicht

verbunden. Das Verbinden der Stücke erfolgt dabei durch herkömmlich Klebmethoden, wie z. B. Kleben durch Lösungsmittel-, Dispersions-, Schmelz-, Kontakt- oder Reaktivklebstoffe, oder durch thermische Methoden wie beispielsweise Verschweißung, so daß als Resultat eine aus einem Stück bestehende Fläche resultiert, die keinen direkten Gaskontakt zwischen Membranoberseite und Membranunterseite mehr erlaubt. Unterstützend kann das Verbinden der Einzelflächen durch zusätzliches Zusammenpressen unter Druck erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit zur Membranherstellung besteht darin, polymere Materialien zu verwenden, die in den fließfähigen Zustand überführt werden können, also beispielsweise schmelzbar oder in bestimmten Lösungsmitteln löslich sind. Sämtliche Bezirke der Membran werden dadurch erzeugt, daß die fließfähigen Materialien mit geeigneten Dosier- und Verteilungseinrichtungen auf ein Substrat (wie z. B. eine Glasplatte) aufgebracht werden und durch Abkühlen der Schmelze bzw. Verdunsten des Lösungsmittels Folien dieser Materialien erzeugt werden.

Dieses Aufbringen der verschiedenen Bezirke kann nacheinander erfolgen, d. h. das erste Material wird in fließfähiger Form auf das Substrat aufgebracht und abgekühlt (Schmelze) bzw. getrocknet (Lösung), so daß eine Folie auf dem Substrat entsteht. Anschließend wird das nächste Material des angrenzenden Bezirks in fließfähiger Form aufgebracht und die Folie erzeugt. Bei der Wahl geeigneter, zueinander passender Materialien ist es möglich, daß durch die jeweilige Zugabe des fließfähigen Materials die Randbereiche des benachbarten, bereits hergestellten Bezirks im Falle gelöster Materialien mit angelöst und im Falle geschmolzener Materialien in den plastischen Zustand (Polymere) versetzt werden, so daß gleichzeitig mit der Zugabe des jeweiligen fließfähigen Materials ein Verbund mit dem benachbarten Bezirk zustande kommt. Abschließend wird die Membran vom Substrat abgelöst. Ein nachträgliches Verkleben/Verschweißen der Bezirke, auch unter Druck, ist möglich.

Eine weitere Möglichkeit sieht vor, das Aufbringen der verschiedenen Bezirke gleichzeitig zu realisieren. Hierzu werden die in den fließfähigen Zustand gebrachten Materialien über geeignete Dosier- und Verteilungseinrichtungen gleichzeitig und nebeneinander so auf das Substrat gegeben, daß sich die verschiedenen, noch im fließfähigen Zustand befindlichen Materialien in den Randbereichen auf dem Substrat vermischen. Eine anschließende Trocknung (bei gelösten Stoffen) bzw. ein anschließendes Abkühlen (bei Schmelzen) fixiert die bereits miteinander verbundenen Materialien. Abschließend wird die Membran vom Substrat abgelöst. Ein zusätzliches nachträgliches Verkleben/Verschweißen der Bezirke ist möglich. Das gleichzeitige Aufbringen der verschiedenen Materialien ist insbesondere für kontinuierliche Herstellverfahren von Streifen-Membranen geeignet.

Die Elektrodenbeschichtung 10 wird auf die ionisch leitfähigen Bezirke 1 der Membraneinheiten aufgebracht. Die prinzipielle Funktion der Streifen-Membran 5 ist von der Art der Elektrodenaufbringung unabhängig; die Technik der Aufbringung muß allerdings folgendes gewährleisten:

- Die Elektrode muß so auf die Membran aufgebracht sein, daß ein Stoffaustausch der zu transportierenden Ionen zwischen den ionisch leitfähigen Membranbezirken und den Elektroden möglich ist.
- Das Elektrodenmaterial muß eine elektronische Querleitfähigkeit aufweisen, um eine Stromabnahme zu ermöglichen.

Beispielsweise ist die Aufbringung des Elektrodenmaterials 10 mit oder ohne Zusatzstoffe durch Preßverfahren möglich. Hierbei ist das Elektrodenmaterial das Ausgangsmaterial, welches beispielsweise als Pulver vorliegen kann und mit der Membran verpreßt wird. Eine Möglichkeit für ein solches Verfahren ist in Appleby, Yeager, Energy (Oxford), 11 (1986), 137 enthalten. Verwendet man thermoplastische Polymere für die ionisch leitfähigen Bezirke 1 der Membran, so läßt sich das Elektrodenmaterial 10 durch Pressen bei erhöhten Temperaturen besonders gut mit den Bezirken verbinden, da diese durch das Aufheizen in den plastischen Zustand versetzt werden können. Verwendet man lösliche Polymere für die ionisch leitfähigen Bezirke 1, so erreicht man durch ein oberflächliches Anlösen der Bezirke mit geeigneten Lösungsmitteln vor dem Pressen ebenfalls eine intensive Elektrodenanbindung. Das Elektrodenmaterial 10 kann bei diesen Verfahren z. B. als Pulver vorliegen, in Form einer Folie vorliegen (z. B. auf einen Träger aufgebracht sein oder polymergebunden), oder als fester Materialblock.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Elektrodenmaterial 10 als Suspension mit oder ohne Zusatzstoffe im fließfähigen Zustand auf die Membran zu geben und durch Trocknung die Elektroden-schicht zu erzeugen. Dabei kann bei der Verwendung löslicher Materialien für die ionischen Bereiche der Membraneinheiten durch die Suspension ein Anlösen der Membranoberfläche erfolgen, so daß nach der Trocknung der gewünschte innige Verbund zwischen ionisch leitfähigem Material und Elektrode entsteht. Ebenfalls möglich ist es, die Elektrode durch Dünnschichtverfahren (wie z. B. Sputtern oder Plasmaprozesse) evtl. mit geeigneten Masken auf der Membran abzuscheiden, wobei sich eine Nachbehandlung der Schichten zur Erreichung einer porösen Struktur anschließen kann.

Zur Verbesserung der Querleitfähigkeit der Elektroden-schicht ist es möglich, daß auf die in die Membran integrierten Katalysatorschichten elektrisch leitfähige Strukturen zur Stromsammmlung (z. B. Metallnetze) aufgebracht werden, indem sie mit der Membran verklebt, verpreßt oder verschweißt werden.

Für die bevorzugte Ausführungsform mit den Isolationsbezirken 2, 4 müssen elektronisch leitfähige Verbindungen 11 aufgebracht werden.

Sie müssen dabei die elektrische Verbindung von elektronisch leitfähigen Flächen ermöglichen, wobei es sich bei den elektronisch leitfähigen Flächen um die elektronisch leitfähigen Elektroden-schichten 10 und um die elektronisch leitfähigen Bezirke 3 der Membraneinheiten handelt. Dabei wird das verwendete, elektrisch leitfähige Material 11 zwischen den zu verbindenden Bereichen auf die Membran aufgebracht. Es sind die unterschiedlichsten Verfahren zur Aufbringung des elektrisch leitfähigen Materials 11 auf die Membran möglich. Die prinzipielle Funktion der Streifen-Membran ist von der Art der Aufbringung unabhängig; die Technik der Aufbringung muß nur die elektrische Verbindung der gewünschten Bereiche gewährleisten.

So ist es beispielsweise möglich, Folien aus elektrisch leitfähigem Material 11 mit elektronisch leitfähigem Klebstoff auf die Membran aufzukleben. Ebenso kann die Verwendung thermoplastischer Polymere ein Verschweißen der Folien mit der Membran möglich machen. Die Verwendung löslicher Polymere macht über Anlösevorgänge der Membranoberfläche oder der leitfähigen Folien eine Verklebung möglich. Weiter können Polymerlösungen verwendet werden, die elektrisch leitfähige Partikel enthalten, wobei die Suspension auf die Membran gegeben wird und nach Verdunsten des Lösungsmittels die leitfähige Struktur entsteht.

Thermoplastische, zur Erzielung einer elektrischen Leitfähigkeit modifizierte Polymere können auch im geschmolzenen Zustand auf die Membran gegeben und mit ihr verbunden werden. Ebenfalls möglich ist es, die elektrisch leitfähigen Schichten 11 durch Dünnschichtverfahren (wie z. B. Sputtern oder Plasmaprozesse) evtl. mit geeigneten Masken auf der Membran abzuscheiden.

Die elektronisch leitfähigen Verbindungen 11 können aus dem gleichen Material wie die Elektroden bestehen und gleichzeitig in einem Arbeitsgang mit ihnen auf die Membran aufgebracht werden, z. B. durch die bei der Aufbringung des Elektrodenmaterials beschriebenen Preßverfahren.

Fig. 4 zeigt nun den Aufbau und die Verschaltung einer Streifenmembran, bei der die Elektrodenfläche 10 gleichzeitig die Aufgabe der elektronisch leitfähigen Bezirke übernimmt. Wesentlich ist dabei, daß die obere Elektrodenfläche 10 einer ersten Einzelzelle 13 direkt mit der unteren Elektrodenfläche 10 einer zweiten Einzelzelle 14 verbunden ist und damit eine elektrische Reihenschaltung der Einzelzellen vornimmt. Dieser Verbund muß elektronisch leitfähig und gasundurchlässig sein. Insbesondere die Ausführung der Streifenmembran, bei der die Elektrodenfläche 10 gleichzeitig die Aufgabe der elektronisch leitfähigen Bezirke übernimmt, wird aus separaten, fertigen Einzelflächen aufgebaut, wobei die Beschichtung der ioni- sch leitfähigen Bezirke mit Elektrodenmaterial vor dem Verbinden der Einzelstücke erfolgt. Die Verklebung oder Verschweißung der Einzelflächen muß elektronisch leitfähig sein.

Fig. 5 zeigt nun den schematischen Aufbau einer eindimensionalen Streifenmembran 5, 7 symbolisiert dabei die in Fig. 2a bzw. 2b beschriebenen Bezirke 1 bis 4. Diese Bezirke 1 bis 4, die mit 7 bezeichnet werden, werden nun wie in Fig. 3 dargestellt, in Reihe verschaltet und so die eindimensionale Streifenmembran 5 gebildet. Diese Anordnung wird als eindimensionale Streifenmembran bezeichnet und kann an allen vier Seiten Randstreifen 8 aus elektronisch nicht leitfähigem Material besitzen. Fig. 5 veranschaulicht den Aufbau am Beispiel einer eindimensionalen Streifenmembran, die aus 4 Grundeinheiten besteht.

Fig. 6 zeigt nun die Anordnung, bei der zwei eindimensionale Streifenmembranen 5 parallel geschaltet sind. Die einzelnen Streifenmembranen sind dabei durch Trennbezirke 9 aus elektronisch nicht leitfähigem Material miteinander verbunden. Diese Anordnung wird als zweidimensionale Streifenmembran bezeichnet und kann wiederum an allen vier Seiten Randstreifen 8 aus elektronisch nicht leitfähigem Material besitzen. Fig. 6 veranschaulicht den Aufbau am Beispiel einer zweidimensionalen Streifenmembran, bestehend aus zwei eindimensionalen Streifenmembranen 5 mit jeweils vier Grundeinheiten.

Patentansprüche

1. Elektrochemische Zelle mit polymeren Festelektrolyten, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kernbereich vorgesehen ist, der aus mindestens einer Streifenmembran (5) besteht, wobei diese aus mindestens zwei, höchstens 10 000-flächigen Einzelzellen (6, 12, 13, 14), jeweils aus einem beidseitig auf einer Membran (1) aus einem polymeren Festelektrolyten aufgebraute Elektroden-schicht (10) besteht, und daß die Einzelzellen (6, 12, 13, 14) in Reihe geschaltet sind und daß der Kernbereich mit einer geeigneten Peripherie in der Zelle angeordnet ist.
2. Elektrochemische Zelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelzellen (6, 12) über eine den Einzelzellen (6, 12) entsprechende Anzahl flächiger elektronisch leitender Bezirke (3) in Reihe geschaltet sind.
3. Elektrochemische Zelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelzellen (13, 14) treppenförmig unter teilweiser Überlappung ihrer Elektrodenflächen (10) verbunden sind.
4. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kernbereich durch eine Streifenmembran (5) gebildet wird ("eindimensionale Streifenmembran").
5. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kernbereich durch mindestens 2, höchstens 50 Streifenmembranen (5), die jeweils parallel angeordnet und in Reihe geschaltet sind, gebildet wird ("zweidimensionale Streifenmembran").
6. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kernbereich durch zwei bis 50 gegeneinander isolierte Streifenmembrane (5) gebildet wird, die parallel angeordnet und parallel geschaltet sind ("zweidimensionale Streifenmembran").
7. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1, 2, 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils eine Elektrodenfläche (10) einer Einzelzelle (6) über einen flächigen elektronisch leitfähigen Bezirk (3) mit der auf der anderen Seite der Membran (1) angeordneten Elektrodenfläche (10) der nächsten Einzelzelle (12) verbunden ist.
8. Elektrochemische Zelle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den flächigen Einzelzellen (6, 12) und den flächigen elektronisch leitenden Bezirken (3) ein flächiger Isolationsbezirk (2, 4) angeordnet ist.
9. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (1) der Einzelzellen (6, 12, 13, 14) ein kationenleitendes oder ein anionenleitendes Polymer ist.
10. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1—9, dadurch gekennzeichnet, daß die kationenleitenden Polymere ausgewählt sind aus der Gruppe der Verbindungen, die fest gebundene Carbonsäure- und/oder Sulfonsäure und/oder Phosphonsäuregruppen zur Erzielung einer Kationenleitfähigkeit

keit in wäßriger Lösung enthalten, oder aus der Gruppe der Verbindungen, die chemische Gruppierungen enthalten, die anorganische Salze in nichtwäßriger Umgebung stabilisieren können, wie beispielsweise Polyethylenoxid-Einheiten.

11. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1—9, dadurch gekennzeichnet, daß die anionenleitenden Polymere ausgewählt sind aus der Gruppe der Verbindungen, die Aminofunktionen oder quartäre Ammoniumgruppierungen oder Pyridiniumgruppen zur Erzielung einer Anionenleitfähigkeit in wäßriger Lösung enthalten.

12. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß für die Elektrodenbeschichtung (10) der Membran (1) der Einzelzellen (6, 12, 13, 14) Metalle, Metalloxide, Mischoxide, Legierungen, Kohlenstoff, elektronisch leitfähige Polymere oder Mischungen davon eingesetzt werden.

13. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1, 2 oder 4—12, dadurch gekennzeichnet, daß die flächigen elektronisch leitenden Bezirke (3) aus elektronisch leitfähigen Polymeren, wie z. B. Polyacetylen oder aus Polymeren bestehen, die zur Erzielung einer elektrischen Leitfähigkeit mit leitfähigen Substanzen, wie Leitfähigkeitsruß, Graphit, Kohlenstoff-Fasern, elektronisch leitfähige Polymerpartikel oder Fasern, Metallteilchen, Metallflocken oder Fasern oder metallischem Trägermaterial modifiziert sind.

14. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1, 2 oder 4—13, dadurch gekennzeichnet, daß der flächige Isolationsbezirk (2, 4) aus Polymermaterial besteht, das weder für Elektronen noch für Ionen leitfähig ist.

15. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1, 2 oder 4—14, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung der Elektrodenflächen (10) der Einzelzellen (6, 12) mit den elektronisch leitfähigen Bezirken (3) entweder durch elektronisch leitfähige Polymere nach Anspruch 13 oder durch das Elektrodenmaterial nach Anspruch 12 erfolgt.

16. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Zelle ein Brennstoffzellenstapel ist.

17. Elektrochemische Zelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Zelle eine Leclanche-Batterie oder Magnesium-Batterie oder Aluminium-Batterie, oder Quecksilberoxid-Batterie, oder Silberoxid-Batterie, oder Mangandioxid-Batterie, oder Metall-Luft-Batterie oder Lithium-Batterie, oder Blei-Batterie, oder Eisen-Elektroden-Batterie, oder Nickel-Cadmium-Batterie, oder Nickel-Zink-Batterie, oder Nickel-Wasserstoff-Batterie, oder Silber-Wasserstoff-Batterie, oder Zink-Halogen-Batterie oder eine Wasserstoff-Halogen-Batterie ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

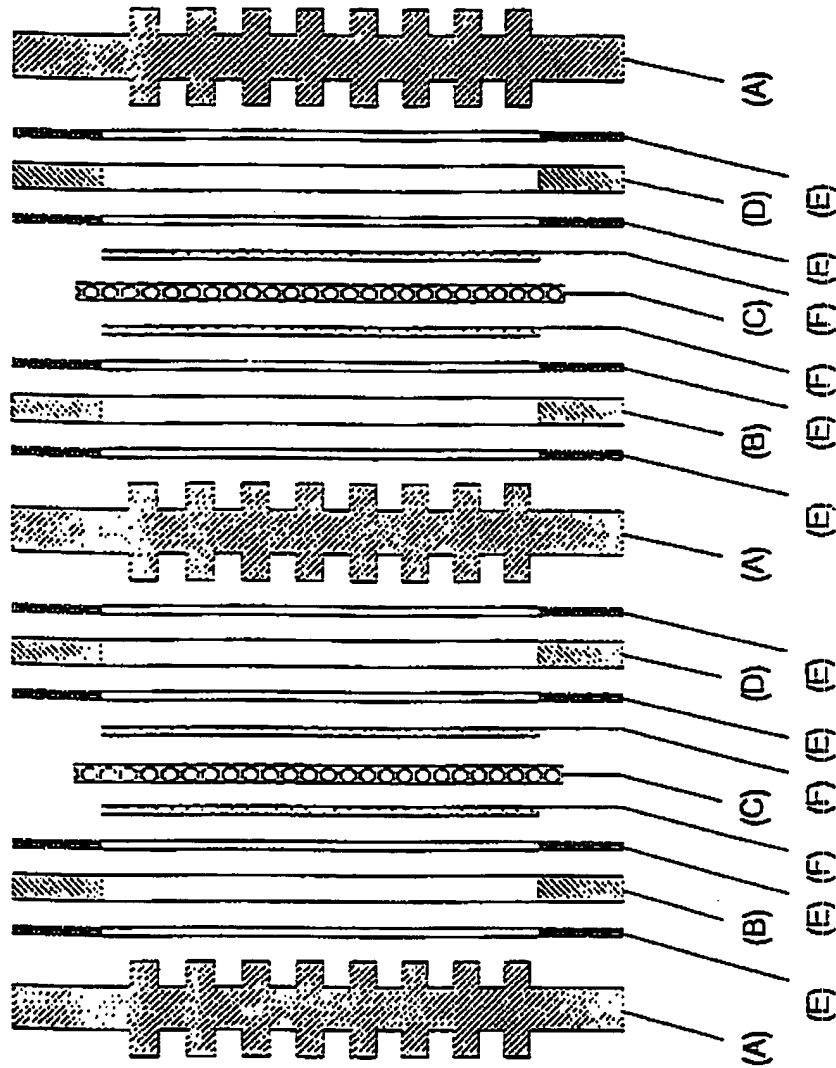


Abb. 1

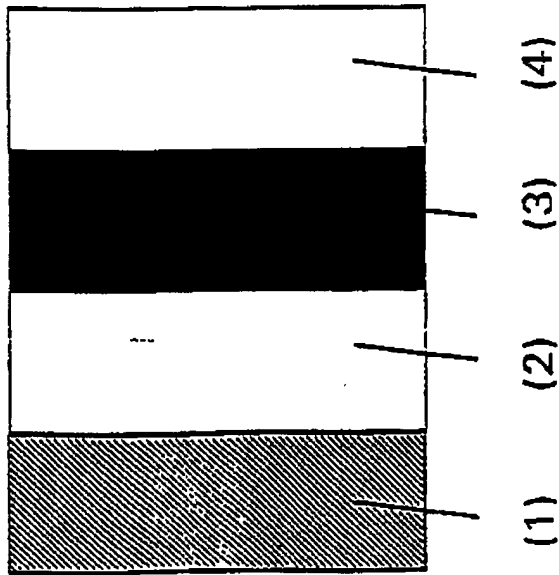
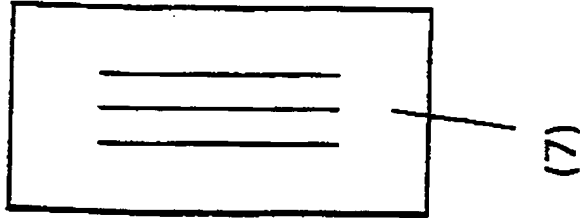


Abb.: 2a

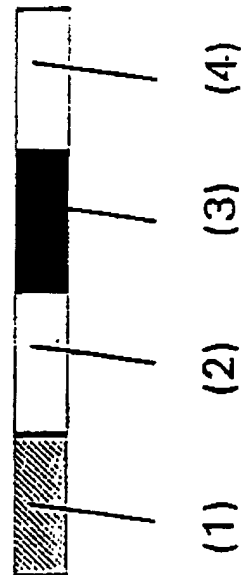


Abb.: 2b

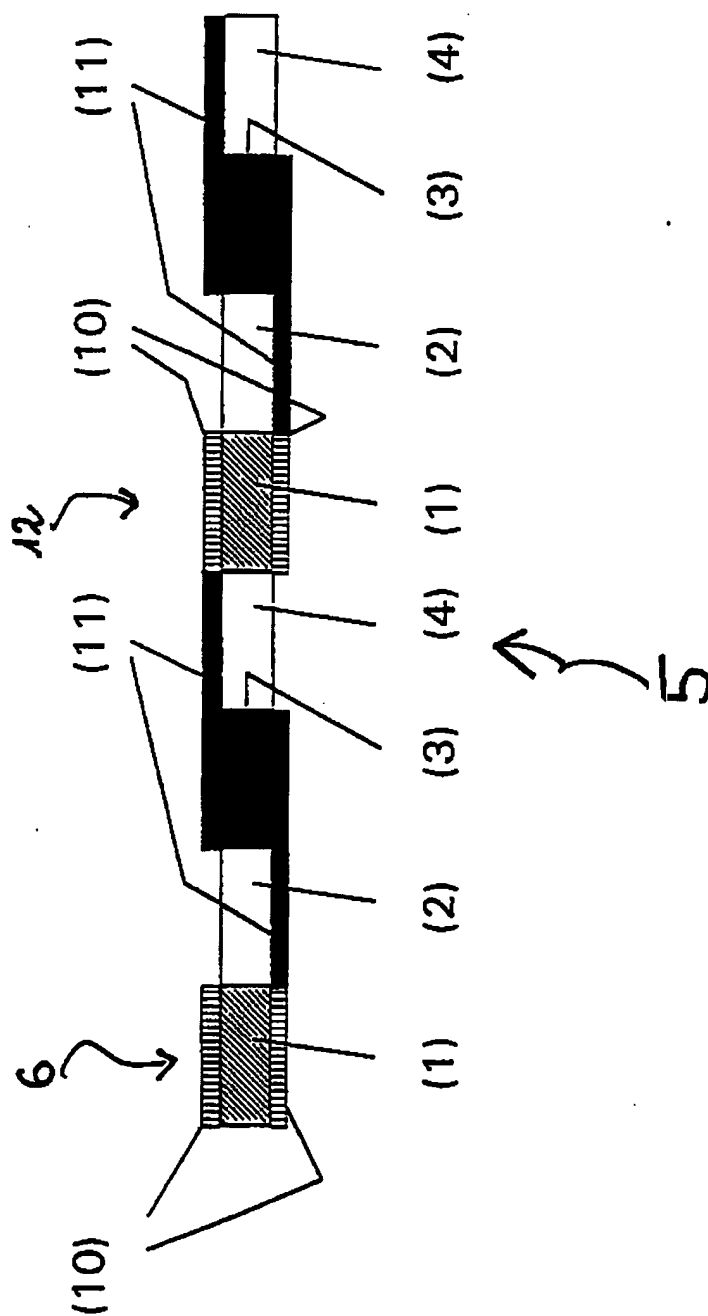
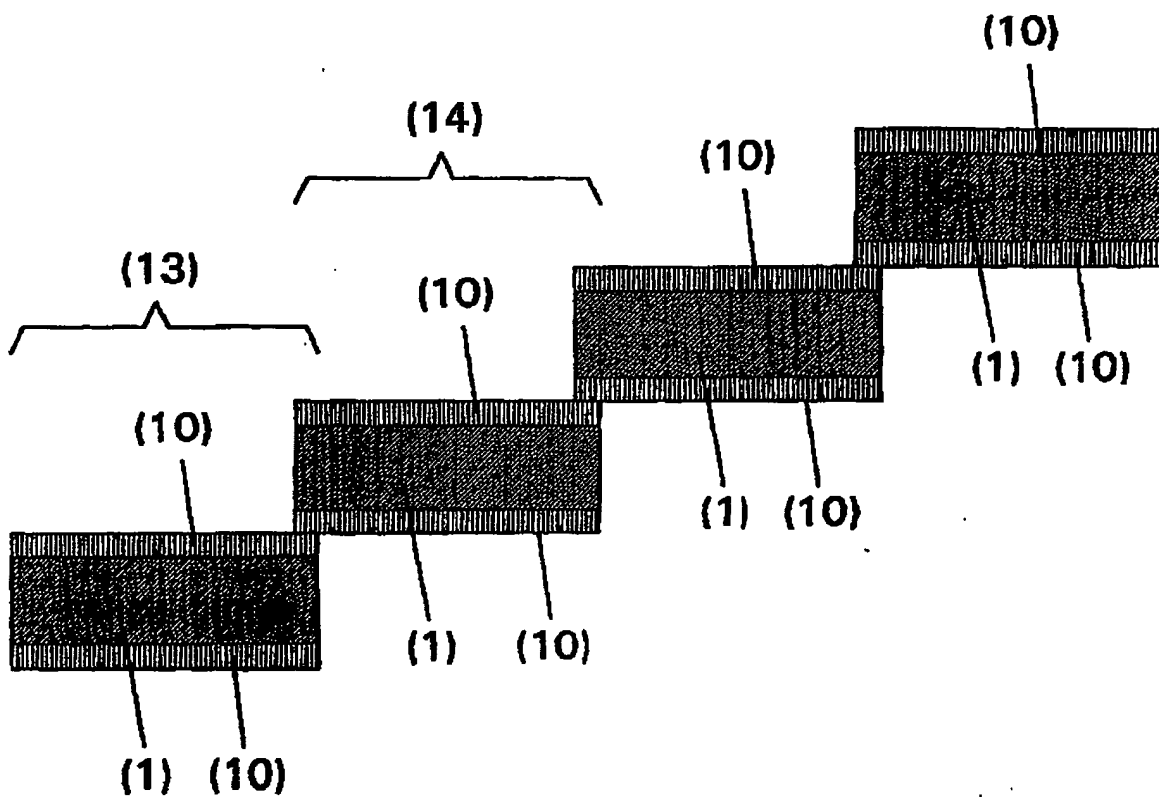


Abb.: 3

Figur: 4



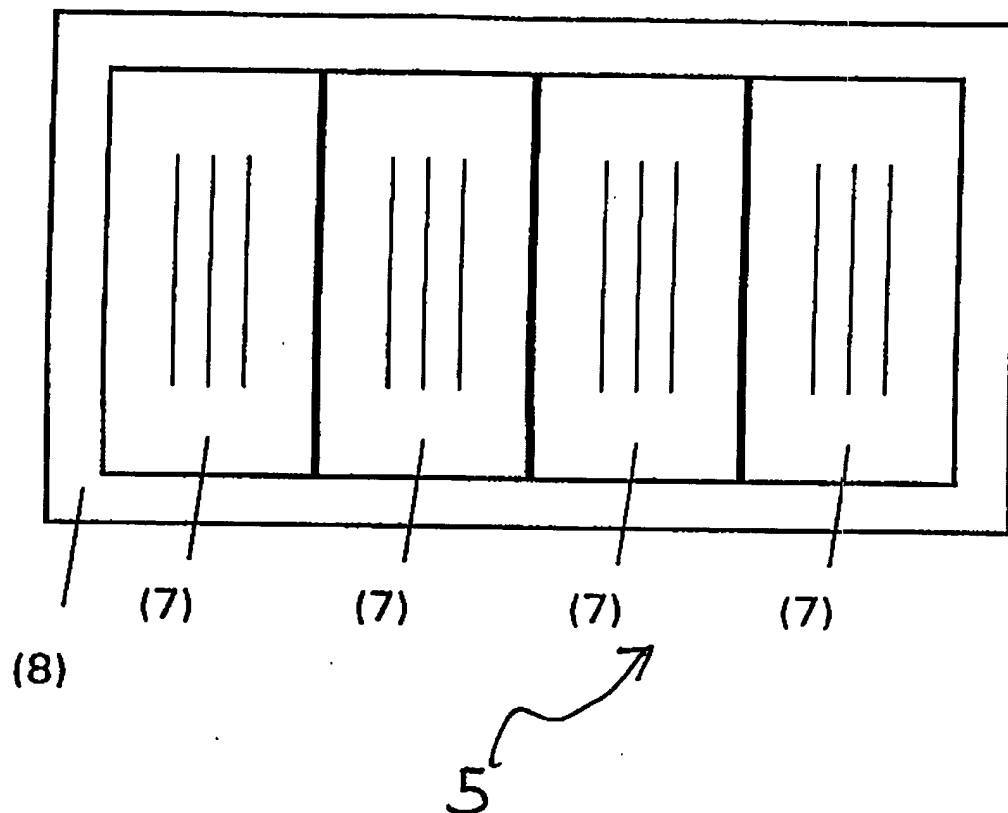


Abb.: 5

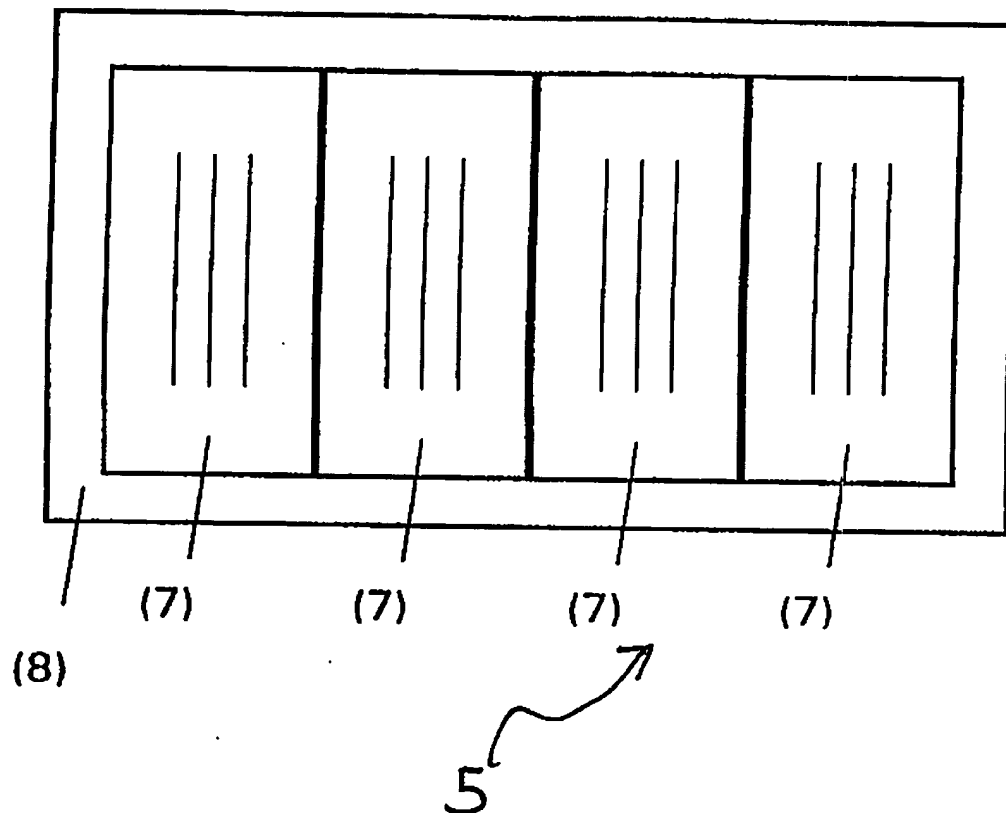


Abb.: 5

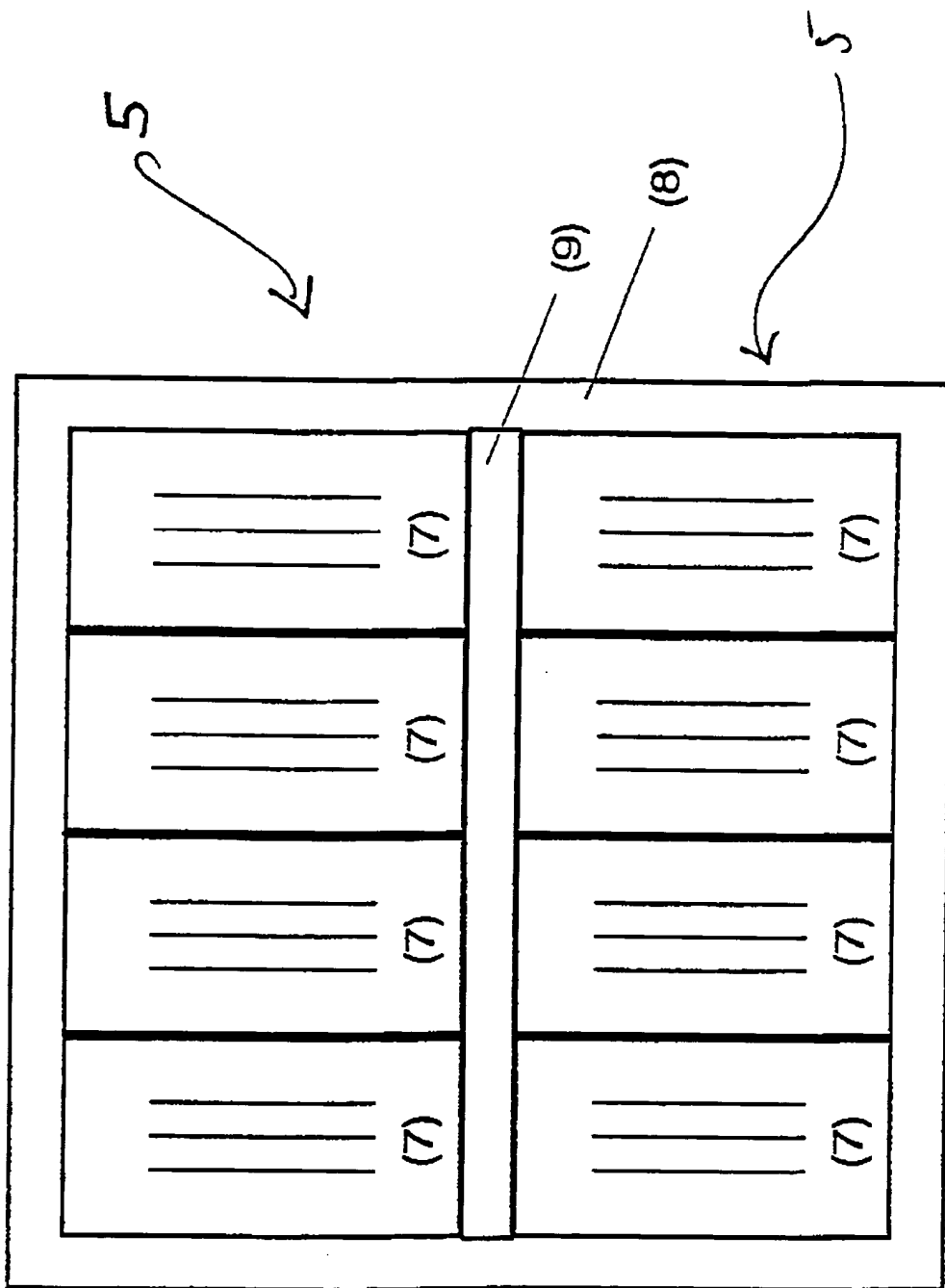


Abb.: 6

DE 43 29 819 (equivalent: US 5,861,221)

Battery shaped as a membrane strip containing several cells

An electrochemical cell has at least one membrane strip that forms a central area and at least two, maximum 10,000 flat individual cells. The individual cells consist each of an electrode layer applied on both sides of a membrane made of a polymer solid electrolyte and of a corresponding number of flat electronically conductive areas. The individual cells are connected in series and the central area is provided with an appropriate periphery in the cell.